中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）34（4）:391～401（1985）

花藥培養於水稻育種之應用[1]

黃眞生[2]、蔡新聲[2]、陳治官[3]、卜瑞雄[6]
陳正昌[4]、曾東海[3]、鄭清煥[2]、林永佶[5]、吳淑芬[5]

摘要　梗稻花藥培養育成品系與系譜法育成品系，雖各來自不同的雜交親本，在第一期作有相似的產量表現，但於第二期作花藥培養品系却顯著的低產。其原因是這些品系之結實率及穗重偏低，且由選拔累積優良基因型之機會少，以致高產品系顯著的減少。單交、複交及回交雜種的花藥培養系統之選拔結果顯示，單交材料似較適合於應用花藥培養的育種。因其遺傳背景比較單純，目標性狀如稻熱病、褐飛蝨抵抗性等均以正常的方式分離，而重組也無問題之故。

水稻花藥培養始於日本(12)，至今已有17年之歷史，其間國內外有許多的研究報告(1,2,4,5,6,7,8,9,10,12,14)而今應用於育種且有顯著效果者，極爲有限(4,5,9)。雖然以花藥培養育成的水稻新品種爲數並不少(4,5)，但受當地農民廣汎採用的品種却幾乎等於零。可能原因之一是花藥培養常止於組織培養家。除非組織培養家與育種家有密切的合作，或者任何一方能兼代另一方的作用，否則難有良好的成果。因花藥培養引發各種突變(2,9,10,11)，育成品系軟弱又低產(11)，以致不少育種家多少懷疑花藥培養在育種的可用性。在水稻方面，也有人報告部分花藥培養品系結實率低而低產(14)。近年來日本有34%之試驗場已開始水稻此方向的合作(3)，有的試驗場每年育成約數百個花藥培養系統，主要目標是合併抗稻熱病及耐寒性，有些品系已進入推廣前之調查(5)。本所於民國63年正式開始花藥培養之試驗研究(1)，民國70年與育種家合作。最初使用材料均爲秈粳雜交 F_1，最近才改用粳稻品種間雜種。粳稻有花藥癒傷組織形成率高之優點(5,6,8)，應該受重視。

材料及方法

本試驗使用之材料有兩類，一類是系譜法及花藥培養法育成之水稻新品系，第一期作各有62及61個，第二期作各有38及18個（表１）；另一類是民國72年花藥培養用之雜種材料，包括單交６組合，雙交15個組合及回交材料12組合的 AC_1S_0 個體及其 AC_1S_1 系統（表５）。

第一類是於本所水稻抗病抗蟲育種計畫中以系譜法育成之材料，係民國72年第二期作成立之品系，共62個，於翌年第一期作參加產量比較試驗。第二期作經淘汰及晉升後剩餘25個品系，加入由同類材料繼續選出之品系13個，共38個品系供試。以花藥培養育成之 AC_1S_2 品系61個，同樣是於民國72年第二期作成立爲品系；於下（73）年第一期作與系譜法育成之62品系一起參加產量比較試驗，第二期

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1240 號。本研究承行政院農業委員會補助（74農建—4.1—產植—46）謹此申謝。

2.臺灣省農業試驗所研究員。3.助理研究員。4.助理。5.技術員。6.桃園區農業改良場副研究員。

作經淘汰後剩18個AC_1S_3品系（表 1 ）與系譜法育成者38 品系一起參試。產量比較試驗的設計乃沿用本所初級產量比較試驗之慣用法，二重複，每小區60欉，行株距爲28×16公分。調查項目是小區稻穀產量，產量構成因素，抽穗期、株高、倒伏性等。

表1. 於產量試驗供試之花葯培養及系譜法育成水稻品系的數目及雜交親本（民國73年）

Table 1. Cross parents and the numbers of pedigree and anther culture derived stains of rice in yield trial (1984).

系譜法育成 Pedigree Strain			花葯培養育成 $AC_1S_{2,3}$ strains		
雜交親本 Cross parent	品系數 Strain No. I	品系數 Strain No. II[1]	雜交親本 Cross parent	品系數 Strain No. I	品系數 Strain No. II
TNG67[3]/Rath Heenati	1	1	TNG67[5]/Dawn//TNG67[5]/Carreon	1	
TNG67[2]/Babawee	1	1	TNG67[5]/Dawn//TNG67[5]/Tetep	3	1
TNG67[2 or 3]/TNS12	3	1	TNG67[5]/Tetep//TNG67[5]/Carreon	9	2
TNG67[1 or 2]/IR lines & other indica	17	9	TNG67[5]/Tetep//TNG67[5]/Dawn	1	
TNG67[4]/Mudgo	3		F_2(TNG67[4]/Dawn)F_2//(TNG67[4]/Tetep)	2	1
F_2(TNG67[2]/TCS10)//TNG67	5	2	F_2(TNG67[3]/Dular)//F_2(TNG67[3]/Dawn)	1	
TNG67[2]/$BL_{2:5}$ & a japonica	4	1	F_2(TNG67[4]/Tetep)//TNG67[4]/Dawn	14	6
TNGY8023//TNG67[5]/Dular	1	1	TNGY8023//TNG67[5]/Dular	1	1
TNGY8023//TNG67[5]/Dular	2		TNGY8023//F_2(TNG67[4]/Tetep)	1	1
TNGY8849//F_2(TNG67[4]/Dawn)	2	2	TNGY8849//F_2(TNG67[4]/Dawn)	2	
TNG67[3,4,5]/Tetep, Dular, Dawn	17	6	TNGY8849//F_2(TNG67[4]/Dular)	5	2
TNGY9198/CNY252	1		TNGY8933//TNG67[5]/Tetep	1	
TNGY8849//F_2(TNG67[4]/Dawn)	2		TNGY8933//F_2(TNG67[4]/Dawn)	4	
TNGY8849 sel.	2		TNGY8814/CNY252	2	1
TNG67 (CK)	1	1	TNGY8933/CNY252	7	1
			TNGY9198/CNY252	7	2
計 Total	62	25+13[2]	計 Total	61	81

1. I, II爲第一、二期作，The 1st and 2nd crops.
2. 新加入品系，其親本與其他品系同類，則選拔世代較晚而已。

The number of newly entered strains that were selected in the later generation.

Note: TNGY=Tainung yuh, TNS=Tainung sen, CNY=Chianung yuh, TCS=Taichung sen.

第二類材料是抗病抗蟲育種計畫的新雜交組合共33個；包括單交、雙交及回交等三種材料(表 5)，以便觀察何種材料比較適合於花藥培養之育種。組織培養家負責的工作是採取F_1幼穗，雜種花藥之培養[8]，花粉植物之誘導，小植株之培養及將幼苗植至本田 。其餘工作均由育種家負責。 本期作培養107,743個花藥[1]，共得3,364綠色成株。由此選出結實的AC_1S_0個體共1,361株，於下期作做後裔檢驗，共得1,361AC_1S_1系統。有些系統接受抗稻熱病及抗褐飛蝨之檢驗，最後選出整齊的105 個系統，成立爲品系。另做單株選拔後繼續行系統繁殖者有214系統（表 5 ）。

結果與討論

花藥培養育成品系與系譜法育成品系在第一期作之產量比較：

以花藥培養育成的 61 品系與系譜法育成者 62 品系共 123 個於民國 73 年第一期作併同測驗產量(表 1)。本期作比較特殊的氣候是生育初期連續低溫，後有葉及穗稻熱病發生。一般而言，這是一個順利而豐收的期作。變量分析結果顯示花藥培養品系間的產量差異極顯著，系譜法育成者亦同(表 2)，但兩法育成品系間却無顯著的產量差異（表 2）。此結論亦可由圖 1 而得佐證。這些品系除了育成來源不一樣外，均根據同樣的農藝性狀調查及抗病抗蟲測驗之結果而選出者。結果兩羣各60多品系的產量幾乎以同樣的方式分佈（圖 1）。取123個品系內最高產者11個及對照種臺農67號，以Duncan氏之多變域測驗求品系間平均產量差異之顯著性。結果11品系間的產量差異均不顯著，但各與臺農67號有顯著之產量差異（表 3）。11個最高產品系中只有 4 品系是來自花藥培養，其餘 7 個均爲系譜法育成者，而最高產的四個品系均爲系譜法育成者（表 3）。本試驗每重複均有 123品系（種）之多，以致重複間產量差異極顯著。重複與品系之交感自然反應到試驗機差。以上花藥培養育成品系與系譜法育成品系的雜交親本雖不同，而後者品系在第一期作似有較多的高產品系，但兩者並無顯著的產量差異。

兩種育種法育成品系在第二期作之產量比較：

第二期作供試的花藥培養育成品系有18個，是一期作篩選後留下來之精英。系譜法參試品系共有38個，乃於一期作62品系中最高產 5 個晉昇高級試驗後，剩餘57品系中選出較優者25品系，再加入新成立13個品系而成。這些新加入品系均來自同類之雜交組合，只是成立品系世代較晚而已。是故，花藥培養品系應該處於比較有利之地位。本期作氣象是標準的二期作低產天候，即生育初期高溫，後期低溫；但據糧食局報告，此仍是一個創記錄的豐收年。第二期作不論是花藥培養品系間或系譜法品系間均有極顯著的產量差異（表 2）。但兩育種法育成的品系間也有極顯著的產量差異（表 2），而花藥培養品系比系譜法品系顯著的低產。圖 1 也顯示兩類品系的產量有顯著不同的分佈型式。本試驗最高產11品系的產量，一方面與臺農67號有顯著之差異外，另一方面互相之間也有顯著之差異（表 2）。這些品系中，有四個是來自花藥培養，而剩餘 7 個乃來自系譜法，與第一期作之結果完全相同。總

表2. 花葯培養及系譜法育成水稻品系產量之變量分析

Table 2. Analysis of variance for grain yield of rice strains developed by anther culture and pedigree method.

變因 Source of variation	一期作 1st crop		二期作 2nd crop	
	自由度 Degree of freedom	均方 Mean square	自由度 Degree of freedom	均方 Mean square
重複 Replication	1	199,699**	1	60
品系 Strain.	122	185,286**	55	45,745**
系譜法品系 (P)[1]	61	194,671**	37	46,650**
AC品系 (AC)[2]	60	177,855**	17	37,390**
P對AC	1	58,683	1	154,274**
機差 Error	122	21,167	55	11,253
計 Total	245		111	

1. Among the strains developed by pedigree method.
2. Among the strains by an her culture.

而言之，第二期作花藥培養品系內的高產品系之出現頻度，顯著的比系譜法育成品系少（圖 1）。若第二期作供試之系譜法品系包括晉升高級試驗的 5 個品系（表 3），則兩育種法高產品系頻度之差距會更大。這 5 個品系中的二個在高級試驗亦顯示最高產。故花藥培養品系於第二期作少有高產品系是相當有根據之結論。另一方面，花藥培養最高產品系雖比系譜法最高產品系稍為低產，但統計上並不顯著（表 3），亦即兩者有相似的稻穀產量。可見兩種育種法均有同程度高產品系之出現，只是花藥培養的高產品系之頻度較低而已。

表3. 產量試驗最高產12水稻品系之育成來源及平均產量之比較（MRT, P=0.05, 2,000g/小區=7.44t/ha, 1984, TARI).

Table 3. Mean yield comparison of twelve top-yielding strains of rice and their breeding methods (2,000g/plot=7.44 t/ha).

一期作 1st crop		二期作 2nd crop	
品系代號 Strain No.	小區產量 (g/60 hills) Plot yield	品系代號 Strain No.	小區產量 (g/60 hills) Plot yield
3840* (P)[1]	2,069 a	4776 (P)	1,985 a
3583* (P)	2,027 a	4067 (P)	1,933 ab
4215* (P)	2,022 a	4939 (P)	1,899 abc
3839* (P)	1,995 a	3556 (P)	1,876 abc
4435 (A)[2]	1,973 a	3571 (P)	1,868 abc
4393* (A)	1,967 a	4510 (A)	1,850 abc
3612 (P)	1,926 a	3799 (P)	1,840 abc
4471 (A)	1,922 a	4211 (P)	1,830 abc
4476 (A)	1,919 a	4340 (A)	1,794 abc
4191 (P)	1,910 a	4362 (A)	1,766 abc
4728 (P)	1,890 a	4438 (A)	1,726 bc
TNG67 (CK)	1,565 b	TNG67 (CK)	1,657 c

*Ⅱ期作移高級試驗。Entered to the advanced trial in the second crop.

1.系譜法育成。Developed by the pedigree method.

2.花葯培養育成。Developed by anther culture.

花藥培養品系第二期作較低產之原因：

為明瞭第二期作花藥培養品系較系譜法品系低產是由那一產量構成因素所引起，特做本試驗的產量構成因素之變量分析。每品系每重複取樣三欉、二重複，共六欉合併為估計機差之用。變量分析之結果示如表 4。不論是系譜法品系間或花藥培養品系間，五個性狀均有極顯著之差異存在。系譜法品系與花藥培養品系間有顯著差異之性狀是穗數、結實率及穗重。按系譜法品系的穗數是比花藥培養品系顯著的少，無法說明系譜法品系的高產。但系譜法品系之結實率及穗重則比花藥培養品系顯著的高或重。故前述系譜法產量較高乃由於結實率及穗重較高之緣故，亦即花藥培養品系低產是由於結實率低，穗重輕之關係。純系品種臺農67號經花藥培養後，部分AC_1S_1系統的產量因系統內個體的結實率分離及降低而穗重減輕，因而引起低產[2]。本試驗材料是AC_1S_3世代，上述結實率之分離及降低很可能還繼續存在，引起花藥培養品系之低產。花藥培養品系的結實率在第二期作容易降低，但第一期作却無此現象。第一期作產量構成因素的變量分析結果顯示系譜法品系與花藥培養品系的結實率並無顯

著的差異存在。爲何花藥培養品系對第二期作的環境特別敏感，因而引起結實率之降低；這是值得探討的，也爲育種家所應該重視的問題。水稻染色體的微小構造變異容易引起不稳性，或花粉植物的細胞質只來自花粉，本項結實率降低是否與此有關，猶待進一步的探討。

花藥培養品系在第二期作顯示比較低產的另一個可能原因是高度的同型結合率。一般作物商業品種多少具有小幅度的異型結合率，即有一、二對微效基因的異型結合。有的育種家甚是重視此種異型結合，因爲它可能對不同環境有相當大的緩衝作用。花藥培養品系可能少有這種環境緩衝性質，以致二期作的結實率降低，因而低產。這看法尙待進一步的探討。

系譜法品系在第二期作較高產之原因：

前述系譜法品系是在分離世代經過幾次的人工選拔而存留下來的；篩選標準有各種農藝性狀、抗病抗蟲等，當然累積有較多的優良基因型包括褐飛蝨抵抗性，因而此花藥培養品系有較多的高產品系。第二期作38個系譜法品系中產量超過6.6t/ha以上的品系，其親本來源列如下示。

(1) $TNG67^{2,3,4}$/TNS12, Dular, TCS10, Dawn, Tetep, Suewon 287

(2) TNGY8023//$TNG67^{5}$/Dawn, Dular TNGY8933//F_2($TNG67^{4}$/Dawn, Dula) TNGY8933//$TNG67^{5}$/Dawn

另一方面花藥培養品系大多數來自比較單純的雜交組合，且具有臺農 67號遺傳背景者，諸如 TNGY 8933/CNY252或$TNG67^{5}$/Dawn//$TNG67^{5}$/Tetep或 F_2($TNG67^{4}$/Tetep)//$TNG67^{4}$/Dawn等。是故花藥培養品系的產量潛力當然脫不出臺農67號之範圍。

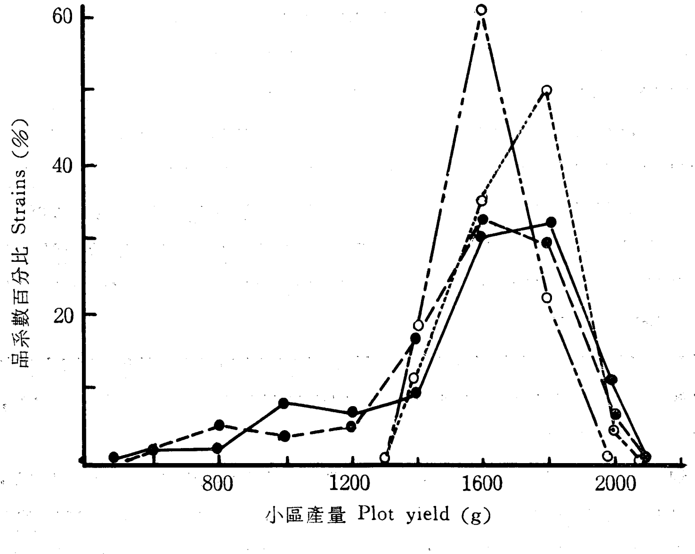

圖1. 花葯培養（虛線）及系譜法（實線）育成水稻品系於一期作（黑點）及二期作（空圈）之產量分佈 (2,000g/plot=7.44t/ha)

Fig. 1. Distribution of grain yields of anther culture (broken line) and pedigree derived strains of rice in the first (close circle) and the second crops (2,000g/plot=7.44t/ha).

半矮型秈稻品種有較高的產量潛力是國際公認之事。爲提高稉稻的產量潛力，以半矮型秈稻品種爲一雜交親本，再回交於當地高產稉稻品種二、三次，這是常用的育種辦法。韓國的秈稉雜交種「統一」系品種是一例。本試驗第二期作品系顯示高產者大多數來自此類之雜交組合。這是本項育種試驗的一構想，結果顯示這構想並沒錯。然而以此方式育成之高產品系通常有米質、耐寒性及穩定性較差之缺點，雖可用爲橋樑品種，也無法立刻應用於一般商業性之栽培，是故猶待進一步之改良。

表4. 水稻花葯培養及系譜法育成品系二期作產量比較試驗的產量構成因素之變量分析（民國73年二期作）

Table 4. Analysis of variance for yield components of the yield trialed rice strains developed by antherculture (AC) and pedigree method (P) (1985, second crop).

變因 Source of variation	自由度 Degree of freedom	均方 Mean square 穗數 Panicle No.	一穗粒數 Spikelet No.	千粒重 1,000 Grain wgt.	結實率 Seedset (%)	穗重 Panicle wgt.
品系 strains	55	29.11**	1,915.94**	18.82**	357.59**	0.445**
系譜法品系 (P)[1]	37	20.53**	1,431.59**	16.27**	268.33**	0.429**
AC品系 (AC)[2]	17	44.17**	3,082.79**	25.47**	535.46**	0.455**
P—AC	7	90.64**	$0.28^{n.s.}$	$0.09^{n.s.}$	635.48**	0.867**
機差 Error	280	6.01	166.34	1.31	63.91	0.091
計 Total	335					

1. Among the strains developed by pedigree method.
2. Among the strains developed by anther culture.

不同育種材料之花藥培養效果：

本報告第二類材料包括單交F_1 6組合，雙交$F_1$15組合及回交$BC_3F_1$12組合（表5）；其培養107,743個花藥，癒傷組織平均形成率爲 21.5%；由此得綠苗4,517株，佔培養花藥總數之 4.2%[1]；最後於本田得AC_1S_0成株3,364株[1]。這比例與日本北海道的成績[5]相比則稍差，但相當靠近。

3,364成株經過詳細的觀察後，依照其外表形態分爲三類，即二倍體、單倍體及其他三類（表5。其他類包括四倍體、混倍體，擬三倍體或其他不明植株。此等 AC_1S_0。個體的抽穗期甚是不整齊，有的植株只有一穗抽出，其餘稻穗於二、三星期後才抽出等，顯示老秧之特性。少數AC_1S_0 植株的性狀不穩定，包括嵌合體變異或後生遺傳變異。故在本世代只做不良基因型，如不結實個體、不抽穗個體或異常軟弱個體之淘汰，而不做任何選拔。所得種子於下一代做後裔檢驗共繁殖1,361 AC_1S_1系統（表5），每系統45株。有的系統種子量不足，尤其是擬四倍體爲甚。擬四倍體系統共有57系統，於另外一區集中繁殖、檢驗及選拔。

AC_1S_1 每系統除了種子量不足者外，均接受抗稻熱病及褐飛蝨之檢驗並經人工選拔成立爲品系共105個（表5），以便於下一代參加產量比較試驗。另由單株選拔選得214株（表5），於下一代 AC_1S_2 做後裔檢驗繼續觀察及測驗之用。

以上由單交6組合 F_1 19,408 個花藥，得二倍體 337 株，最後選得 28 品系，佔培養花藥數之 0.144%。由雙交12組合F_1花藥44,886個，得二倍體554株，當選品系38個，爲培養花藥數之 0.085%。最後由15組合雙交F_1的43,449個花藥，得442株二倍體，選得39品系，爲培養花藥數之 0.09%。一般說單交組合的 AC系統比較整齊，株型較佳，比較耐倒伏，當選品系似較有希望。雙交組合的 AC系統比較抗稻熱病，但株型軟弱，有些當選品系似是勉强。回交組合的 AC系統株型變化範圍大，有些當選品系也相當勉强。上述當選105品系的產量比較試驗將於民國 74年第一期作開始。其結果當會提供更正確的結論。目前的結果顯示使用單交材料做花藥培養似較有利。以花藥培養法在二年之內，很快的將二個或以上的目標性狀合併於同一品種，是一個難得可貴的優點。

花藥培養系統的抗病抗蟲性狀之分離及重組：

AC_1S_0 個體於第一期作本田常有嚴重的類似穗稻熱病發生，尤其是以單倍體爲甚，第二期作則全無。自從二年前開始使用稉稻雜交組合爲花藥培養材料以後每年如此。將本次材料的擬穗稻熱病調查結果，依照雜交方式及染色體倍數別分類列如表6。一般說，單倍體的擬穗稻熱病發生甚是明顯而極

表5. 水稻雜種F_1花葯培養當代及後代之繁殖及選拔（民73年一、二期作）

Table 5. Multiplication and selection of the first (AC_1S_0) and second (AC_1S_1) generations of rice cross F_1's after anther culture (1984, 1st and 2nd crops)$_1$.

雜種代號 Hybrid No.	雜交組合 Cross Combination	AC_1S_0 種植株數 Plants 2n (%)	n	其他 Others	計 Total	AC_1S_1 系統數 Lines 種植 Grown	成立品系 Strains estab.	保留系統 Lines select.
4627	TNG67/TNGY8005	77(33)	117	20	214	81	10	40
4628	TNG67/TNGY8849	29(33)	40	8	77	31	2	8
4629	TNG67/TNGY6043	10(22)	32	3	45	11	0	3
4630	TNG67/TNGY050	84(45)	83	21	188	89	5	22
4631	TNG67/TNGY069	14(30)	24	8	46	16	1	7
4632	TNG67/TNGY160	123(35)	205	25	353	132	10	30
3111	Tachumimimochi/TNG67//TNGY8814/CNY252/// TNGY8814//TNG67^4/Dular	45(35)	77	5	127	23	4	0
3117	HTW4/F_4 (TNG67^2/CNY243)//TNGY8005/CNY252/// TNGY6043/CNY252	14(61)	7	2	23	24	2	2
3119	HTW4/F_4 (TNG67^2/CNY243)//TNGY8005/CNY252/// TNGY6044//TNG67^5/Tetep	21(32)	33	6	65	21	5	3
3121	HTW4/F_4 (TNG67^2/CNY243)//TNGY8814/CNY252/// TNGY8933/CNY252	50(52)	46	1	97	50	2	2
3122	HTW4/F_4 (TNG67^2/CNY243)//TNGY8814/CNY252/// TNG67^5/Tetep//TNG67^5/Dawn	103(47)	91	25	219	107	6	8
3123	HTW4/F_4 (TNG67^2/CNY243)//TNGY8814/CNY252/// TNGY6043//TNG67^2/Tetep	20(31)	30	14	64	26	1	3
3124	HTW4/F_4 (TNG67^2/CNY243)//TNGY8814/CNY252/// TNGY8023//F_2 (TNG67^4/Tetep)	18(30)	34	8	60	18	1	0
3129	HTW4/TNG67^2//TNGY8814/CNY252///TNGY6043// TNG67^5/Tetep	14(33)	23	5	42	17	3	5
3136	TNGY6043//TNG67^5/Tetep///TNGY8005/CNY252	7(17)	34		41	7	1	2
3137	TNGY6043//TNG67^5/Tetep///HTW4/F_4 (TNG67^2/ CNY243)//TNGY8814/CNY252	14(38)	13	10	37	15	2	2
3141	TNGY8933//F_2 (TNG67^4/Dawn///HTW4/F_4 (TNG67^2/ CNY243)//TNGY8005/CNY252	19(14)	112	7	133	20	1	4

表5.（續）
Table 5. (Cont.)

雜種代號 Hybrid No.	雜交組合 Cross Combination	AC_1S_0 種植株數 Plants 2n (%)	n	其他 Others	計 Total	AC_1S_1 系統數 Lines 種植 Grown.	成立品系 strains. estab.	保留系統 Lines select.
3150	TNGY8023/CNY252///TNGY8814//F_2 TNG67^4/Dular)	8(62)	4	1	13	8	1	4
3162	HTW4/F_4 (TNG67^2/CNY243)//TNGY8005/CNY252/// TNG67^5/Tetep//TNG67^5/Dawn	67(50)	64	4	135	67	5	0
3163	HTW4/F_4 (TNG67^2/CNY243)//TNGY8005/CNY252/// TNGY8023//F_2 (TNG67^4/Tetep)	24(35)	41	3	68	25	3	2
3164	HTW4/F_4 (TNG67^2/CNY243)//TNGY8814/CNY252/// TNGY8005//F_2 (TNG67^4/Tetep)	18(22)	62	2	82	19	2	0
BC3— 1	TNG67^4/IR3259—P5—160—3	82(42)	102	9	193	82	5	
BC3— 2	TNG67^4/IR3259—P5—160—3	37(59)	23	3	63	36	0	19
BC3— 3	TNG67^4/IR3259—P5—160—3	57(41)	81	2	140	55	2	
BC3— 4	TNG67^4/IR3259—8—172—5	8(40)	12		20	8	0	5
BC3— 5	TNG67^4/IR3259—8—172—5	54(37)	87	6	147	52	3	
BC3— 6	TNG67^4/IR4227—18—3—2	29(45)	31	5	65	29	3	2
BC3— 7	TNG67^4/IR4227—18—3—2	43(40)	57	7	107	33	2	
BC3— 8	IR3259—P5—160—3/TNG67^4	45(50)	41	4	90	52	5	
BC3— 9	IR3259—P5—160—3/TNG67^4	121(55)	85	16	222	126	7	33
BC3—10	IR3259—P5—160—3/TNG67^4	10(29)	22	3	35	13	1	
BC3—11	IR3259—8—172—5/TNG67^4	45(51)	28	15	88	45	9	4
BC3—12	IR4547—5—3—6/TNG67^4	23(38)	34	3	60	23	1	1
合計		1,333(40)	1,780	251	3,364 (100%)	1,361	105	214

Note: TNGY=Tainung yuh, CNY=Chianung yuh, HTW=Hsinchu waxy.

端，即不抗病的植株幾乎全數稻穗發病，而中間型的 1 穗或 2 至半數穗發病者少（表 6 ）。二倍體的罹病方式較有緩衝性，即全數至半數稻穗發病者少，而中間型者多（表 6 ）。不論於單交、雙交或回交材料均有上述之趨勢。擬四倍體的株數雖不多，也無正確的染色體數鑑定結果爲準，但尙不難看出此類植株幾乎無擬穗熱病之發生（表 6 ）。這是否顯示此類病菌侵襲寄主的能力隨寄主的染色體倍數之增加而遞減，亦即寄主對擬穗稻熱病之抵抗性隨染色體倍數之增加而增强。

表6. 水稻AC_1S_0單倍、雙倍及四倍體罹擬穗稻熱病個體數之比較（民國73年一期作，括弧內數字爲百分比）

Table 6. Number and percentage (in parenthesis) of AC_1S_0 plants of rice infected with panicle blast (PBL) like disease in different level of ploidy.

來源 Crossing	親本 Parent	n				2n				4n(?)[2]		
		0[1]	+	卄	卌	0	+	卄	卌	0	卄	卌
單交 Single	臺農67號交抗BL, BPH父本 6 組合 TNG67/BL, BPH resist.	155 (31)	29 (6)	25 (5)	292 (58)	155 (46)	57 (17)	69 (21)	52 (16)	38 (95)	1 (3)	1 (2)
雙交 Double	抗BL親本臺農67號等雙交15組合 ($TNG67^n$/BL resist.)[2]	420 (62)	23 (3)	29 (5)	204 (30)	291 (66)	69 (15)	60 (14)	22 (5)	25 (100)	0	0
回交 Back	回交臺農67號交抗BL父本回交三次，6 組合 $TNG67^4$/BL resist.	258 (43)	56 (9)	50 (8)	239 (40)	365 (66)	99 (18)	54 (10)	36 (6)	44 (100)	0	0

1. 0，+，卄，卌＝擬穗稻熱病無，1 穗、2 穗至約半數穗及一株約有½至全部稻穗罹病。
   Respectively, 0, 1, 2 to ½ number and ½ to all panicles per plant showing PBL like disease.
2. n, 4n(?)，以形態性狀鑑別。
   Idenfied by morphological traits.

表7. AC_1S_0 個體擬穗稻熱病與 AC_1S_1葉稻熱病之關係

Table 7. Relation between PBL like disease in AC_1S_0 plants and the LBL in AC_1S_1 lines of rice.

材料來源 Origin	AC_1S_0[1] 擬穗稻熱病	AC_1S_1 二期作旱田病圃稻熱病[2]									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	Total 計
TNG67/ TNGY8005	0	16	5	3					12	4	40
	+	4	2	1				1	10	2	20
	卄	3	2						8	4	17
	卌	1							2		3
	計 Total	24	9	4				1	32	10	80
雙交15組合 15 double crosses	0	212	7	4	6	2		2	8	43	284
	+	34	1		1			1	2	29	68
	卄	16								39	55
	卌	1							2	14	17
	計 Total	263	8	4	7	2		3	12	125	424

1. Degrees of PBL like disease at AC_1S_0 in the first crop.
2. Degrees of LBL at AC_1S_1 in the upland BL nursery of the second crop.

爲進一步明瞭上述疑點，將二倍體AC_1S_0個體的擬穗稻熱病發生情形與其後裔AC_1S_1系統於下（第二）期作在旱田病圃的葉稻熱病發生情形做比較，結果示如表７。以 TNG67/TNGY8005 組合而言，AC_1S_1系統的葉稻熱病很淸楚的分離爲１比１，亦則TNGY8005的葉稻熱病抵抗性乃由一對抗病基因所控制。然而在AC_1S_0調查的擬穗稻熱病各級均有葉稻熱病「抗」與「感」系統出現（表７）。故所謂擬穗稻熱病與葉稻熱病可能沒有相關關係。同樣情況在雙交15個組合的AC_1S_0及AC_1S_1也可以看出（表７）。此雙交材料是以回交育種將稻熱病抵抗性引入於臺農67號後互交，然後再複交而所得之F_1。其AC_1S_1系統在葉稻熱病旱田病圃也很明顯的分離爲「抗」與「感」之品系，分離比爲「抗」比「感」約２比１（表７）。假如互交系統的稻熱病抵抗性都是顯性而又是源自不同基因，則所得AC_1S_1應該很少有感病系統。另一方面複交F_1必然有分離現象，採幼穗做花藥培養時，難免有取樣的機差，故比較難做正確的分析。不過稻熱病抵抗性基因確累積在複交AC_1S_1系統，但累積基因的範圍並無想像中之廣。另一方面雙交15組合於AC_1S_0的擬穗稻熱病各級個體均於下（AC_1S_1）一代有葉稻熱病「抗」與「感」系統之分離（表７）；此與 TNG67/TNGY8005 組合完全相同，指示兩種病並無相關關係。

以上AC_1S_0個體於一期作的擬穗稻熱病與二期作旱田病圃AC_1S_1系統的葉稻熱病似無相關關係，其原因可能有二。一爲擬穗稻熱病根本非起因於稻熱病病菌，是其他病菌所引起者。另一是第一期作的穗稻熱病菌生理小種與二期作的葉稻熱病病菌不同。爲明瞭此問題，擬與植病專家合作進一步探討此問題。

本育種計畫以合併稻熱病及褐飛蝨抵抗性爲主要目標，且此等抵抗性在一般田間能維持愈久愈好。按花藥培養後代的標誌基因依照正常的遺傳法則分離及重組[7]，而本試驗的稻熱病抵抗性與褐飛蝨抵抗性也同樣有明顯的重組現象（表８），雖然由其分離比尙難估計有多少對基因在作用。從這些新育成之AC_1S_2品系選得抗稻熱病及褐飛蝨而植株型靠近臺農 67號之新品系，應該沒問題。將來若有更多此類組合之雜交，則選到株型更好而抗多種病蟲害之品系應該會更多。故應用花培養的水稻育種是相當樂觀的。

表8. 兩個水稻F_1的AC_1S_1系統稻熱病及褐飛蝨抵抗性之分離（民73年二期作）

Table 8. Segregations of blast and brown planthopper resistances in the AC_1S_1's of two crosses of rice (1984—II).

雜交組合 Cross combination	母本 ♀		父本 ♂		AC_1S_1 系統數 Line No.				
					BL, R		BL, S		Total 計
	BL	BPH	BL	BPH	BPH, R	BPH, S	BPH, R	BPH, S	
TNG67/TNGY8005	S	S	R	R	9	28	16	27	80
TNG67/TNG69	S	S	R	R	4	12	7	6	29

引用文獻

1.無名，1974，稻抗病抗蟲育種。臺灣省農業試驗所民國72年年報第７頁（中文）。

2.黃眞生、蔡新聲、陳治官，1984。花藥培養引發之水稻遺傳變異。中華農業硏究35（３）：（印刷中）。

3.木村滋，1985，都道府縣の公立農業關係試驗硏究機關におけるバイオテクノロジ一研究の現狀。農業及園藝 60（１）：237—243（日文）。

4.福井希一，1981。中國における半數體育種の進展（３）一新品種の育成。農業及園藝 56（３）：380—384（日文）。

5.新橋登、相川宗嚴，1984，イネの葯培養と育種への應用。農業及園藝60（１）：172—176（日文）。

6. Anonymous, 1981. Innovative breeding methods–Tissue culture. IRRI Annual Report. 1981. pp. 131-136

7. Chen, C. C. 1984. Utilization of microspore-derived plants for genetic analysis in rice. Rice Genetics Newsletter Vol. 1. pp. 137-138.
8. Chen, L. J., P. C. Lai, C. H. Liao and H. S. Tsay. 1982. Medium evaluation for rice anther culture. In pland Tissue Culture, ed. by A. Fujiwara pp. 551-552. 5th Intl. Cong. Pl. Tissue & Cell Culture, July 11-16, Tokyo, Japan.
9. Hu, H and Q. Shao. 1981. Advances in plant cell and tissue culture in China. Recent Advances in Agronomy 34 : 1-13.
10. Kucherenko, L. A. 1980. Tissue culture in rice improvement: experiences in the USSR. In Innovative Approaches to Rice Breeding. IRRI, Philippines. pp. 97-102.
11. Marx, J. L. 1984. Instability in plants and the ghost of Lamark. Sci. 224 : 1415-1416.
12. Niizeki, H. and K. Oono. 1968. Induction of haploid rice plant from anther culture. Proc. Jpn. Acad. 44 : 554-557.
13. Raina, S. K. 1984. Recent progress in rice anther culture studies. In Plant Cell Culture in Crop Improvement, ed. by S. K. Sen and K. L. Giles. Plenum Rress, New York. pp. 159-168.
14. Schaeffer, G. W., F. T. Sharpe, Jr. and P. B. Cregan. 1984. Variation for improved protein and yield from rice anther culture. Theor. Appl. Genet. 69 : 383-389.

Application of Anther Culture to Rice Breeding[1]

C. S. Huang,[2] H. S. Tsay,[2] C. G. Chern,[3] R. H. Buu[6]

C. C. Chen,[4] T. H. Tseng,[3] C. H. Cheng,[2] Y. C. Lin,[5] and S. F. Wu[5]

Summary

Two groups of *japonica* rice strains were yield-trialed, i. e. those selected from the progenies of anther-cultured (AC) hybrids and those from the ordinary pedigree method but of different cross origin. The two groups showed a similar yield performance in the first rice crop but not in the second crop. The AC group tended to be low in the seedset percentage and panicle weight than the pedigree group in the second crop, hence it gave a significantly low number of high-yielding strains. The results of selection on the AC lines from the single cross, double cross and backcross hybrids indicated that the single cross hybrid seemed to be most suitable for the breeding using anther culture, since its genetic background was relatively simple and there was no difficulty in obtaining the segregate and recombinants of the desirable characters such as blast and brown planthopper resistances through this in-vitro procedure.

---

1. Contribution No. 1240 of Taiwan Agricultural Research Institute (TARI). This study was supported by the Council of Agriculture under the code number of Nunchien-4.1-Tsangchu-46.

2. Senior agronomist, 3. Assistant agronomist, 4. Assistant, 5. Technician of TARI and 6. Agronomist of Taoyuan District Agricultural Improvement Station.